

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-100163

(43)Date of publication of application : 13.04.2001

(51)Int.Cl.

G02F 1/035

G02B 6/12

(21)Application number : 11-279933

(71)Applicant : SUMITOMO OSAKA CEMENT CO LTD

(22)Date of filing : 30.09.1999

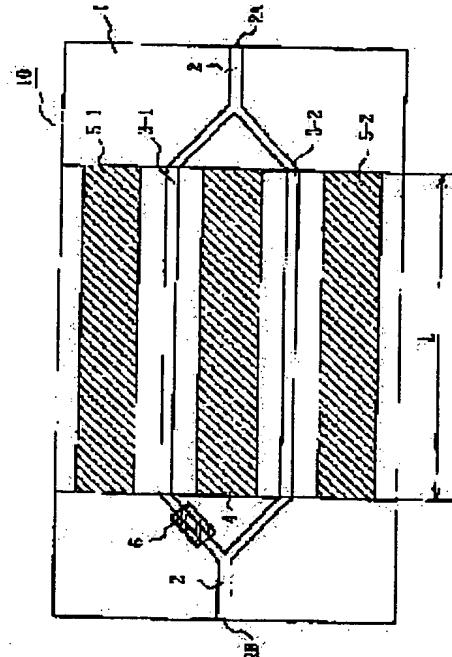
(72)Inventor : ICHIKAWA JUNICHIRO  
NOGUCHI TAKASHI  
NAGATA HIROTOSHI  
KUBODERA KENICHI

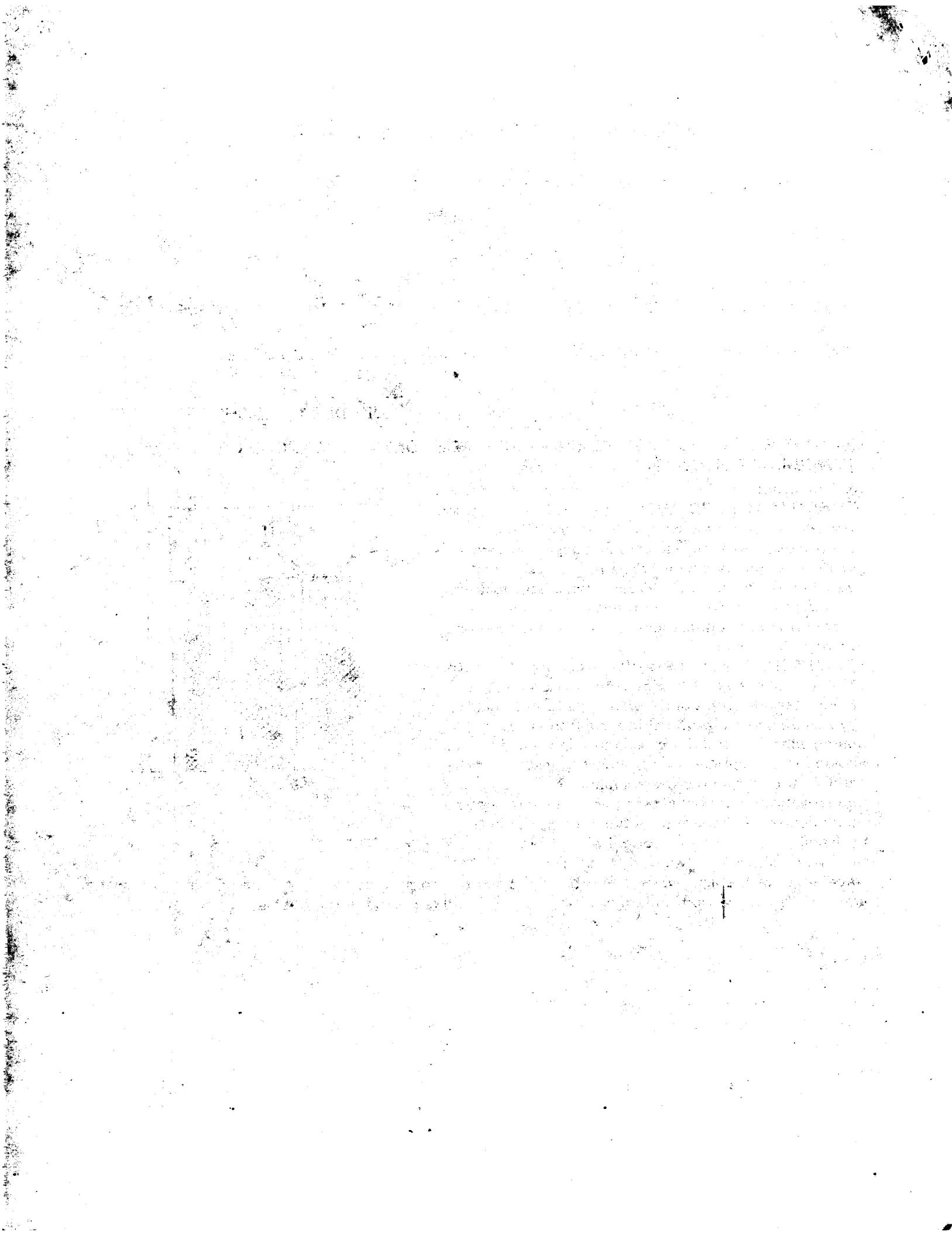
## (54) OPTICAL WAVEGUIDE ELEMENT AND PHASE CONTROL METHOD FOR OPTICAL WAVEGUIDE ELEMENT

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a new optical waveguide type element which permits ON/OFF control over an external signal at a high quenching ratio by compensating effective refractive index variation of a substrate and an optical waveguide due to defects and stress generated at the time of the production and a phase control method for the optical waveguide element.

**SOLUTION:** This invented optical waveguide element 10 has a substrate 1 having electrooptic effect, a Mach-Zehnder type optical waveguide 2 for guiding a light wave, and a signal electrode 4 and ground electrodes 5-1 and 5-2 for controlling the light wave guided in the optical waveguide 2. At least part of 1st and 2nd branch optical waveguides 3-1 and 3-2 constituting the optical waveguide 2 on the substrate, a film body 6 of a material having a higher effective refractive index than the optical waveguide is formed to thickness less than a quarter as large as the wavelength of the light wave. Here, the film body 6 is formed by forming a specific thin film and then trimming the thin film so that phase control is placed in the best state.





(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-100163

(P2001-100163A)

(43) 公開日 平成13年4月13日 (2001.4.13)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テ-マコ-ト(参考)

G 02 F 1/035

G 02 F 1/035

2 H 0 4 7

G 02 B 6/12

G 02 B 6/12

J 2 H 0 7 9

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全7頁)

(21) 出願番号	特願平11-279933	(71) 出願人	000183266 住友大阪セメント株式会社 東京都千代田区神田美土代町1番地
(22) 出願日	平成11年9月30日 (1999.9.30)	(72) 発明者	市川 潤一郎 千葉県船橋市豊富町585番地 住友大阪セメント株式会社新規技術研究所内
		(72) 発明者	野口 隆 千葉県船橋市豊富町585番地 住友大阪セメント株式会社新規技術研究所内
		(74) 代理人	100059258 弁理士 杉村 晓秀 (外2名)

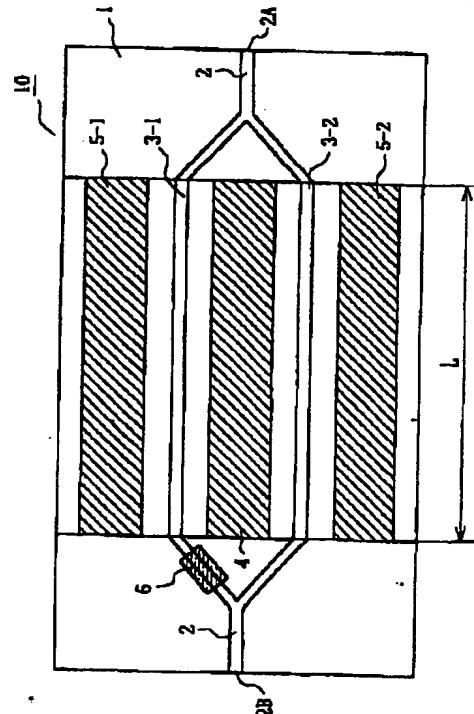
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光導波路素子及び光導波路素子の位相制御方法

(57) 【要約】

【課題】 作製時に発生した欠陥や応力による基板や光導波路の実効屈折率変動を補償し、高い消光比によって外部信号のオン／オフ制御を可能とする、新規な光導波路型素子及び光導波路素子の位相制御方法を提供する。

【解決手段】 本発明の光導波路素子10は、電気光学効果を有する基板1と、光波を導波させるためのマッハツエンダー型の光導波路2と、光導波路2中を導波する光波を制御するための信号電極4及び接地電極5-1、5-2とを具える。そして、基板1上の、光導波路2を構成する第1及び第2の分岐光導波路3-1及び3-2の少なくとも一部において、光導波路よりも高実効屈折率の材料からなる膜体6を、前記光波の波長の1/4以下の厚さとなるように形成する。また、膜体6は所定の薄膜を形成した後、位相制御が最適な状態となるように、前記薄膜をトリミングすることによって形成する。



**【特許請求の範囲】**

**【請求項1】** 電気光学効果を有する基板と、光波を導波させるためのマッハツエンダー型の光導波路と、この光導波路を導波する光波を制御するための変調用電極とを具えた光導波路素子であって、

前記基板上の、前記マッハツエンダー型の光導波路を構成する第1及び第2の分岐光導波路が位置する部分の少なくとも一部において、前記光導波路よりも高実効屈折率の材料から構成される膜体を形成するとともに、この膜体の厚さを前記光導波路を導波する前記光波の波長の1/4以下にしたことを特徴とする、光導波路素子。

**【請求項2】** 前記膜体は、3以上の実効屈折率を有する高屈折材料から構成したことを特徴とする、請求項1に記載の光導波路素子。

**【請求項3】** 前記膜体の厚さは、前記光導波路を導波する前記光波の波長の1/10以下にしたことを特徴とする、請求項1又は2に記載の光導波路素子。

**【請求項4】** 電気光学効果を有する基板と、光波を導波させるためのマッハツエンダー型の光導波路と、この光導波路を導波する光波を制御するための変調用電極とを具えた光導波路素子の位相制御方法であって、

前記基板上の、前記マッハツエンダー型の光導波路を構成する第1及び第2の分岐光導波路が位置する部分の少なくとも一部において、前記光導波路よりも高実効屈折率の材料から構成されるとともに、前記光導波路を導波する前記光波の波長の1/4以下の厚さの薄膜を形成し、前記変調用電極に外部変調信号を印加した状態で前記光導波路からの光出力をモニターしながら、前記薄膜をトリミングすることにより所定の膜体を形成し、前記第1の分岐光導波路中を導波する第1の分岐光波と前記第2の分岐光導波路中を導波する第2の分岐光波との間の位相を調節するようにしたことを特徴とする、光導波路素子の位相制御方法。

**【請求項5】** 前記膜体は、3以上の実効屈折率を有する高屈折材料から構成したことを特徴とする、請求項4に記載の光導波路素子の位相制御方法。

**【請求項6】** 前記膜体の厚さは、前記光導波路を導波する前記光波の波長の1/10以下にしたことを特徴とする、請求項4又は5に記載の光導波路素子の位相制御方法。

**【発明の詳細な説明】**

**【0001】**

**【発明の属する技術分野】** 本発明は光導波路素子及び光導波路素子の位相制御方法に関し、さらに詳しくは、高速・大容量の光ファイバ通信システムの導波路型光強度変調器、位相変調器、及び偏波スクランブラーなどに好適に用いることのできる光導波路素子及び光導波路素子の位相制御方法に関する。

**【0002】**

**【従来の技術】** 近年の高速・大容量光ファイバ通信シス

テムにおける進歩に伴い、広帯域特性及び低チャーブ特性、並びに伝搬損失が小さいなどの理由から、従来のレーザダイオードの直接変調に代わって、ニオブ酸リチウム(LiNbO<sub>3</sub>:以下、LNと略す場合がある)を用いた導波路型の外部変調器の実用化が進められている。

**【0003】** このような導波路型の光変調器は、この光変調器を構成するマッハツエンダー型光導波路の近傍に設けられた変調用電極に所定の高周波外部電気信号を印加することにより、2本の分岐光導波路中を導波する光波の位相をそれぞれ変化させ、これら光波が合成された際ににおける光波の消光を利用することによって外部信号のオン/オフを制御するものである。しかしながら、プロセス誤差や各種の層形成、並びに上記変調用電極の設置などによって、光変調器内には数々の欠陥や応力などが存在するようになる。このため、全く同一の条件で作製したにもかかわらず、各光変調器を構成する基板や光導波路の実効実効屈折率が、それぞれに異なる場合がある。

**【0004】** したがって、各光変調器の動作点がそれぞれに異なるような場合が生じ、当初設定した電圧及び周波数で高周波外部電気信号を印加しても、前記2本の分岐光導波路を導波する光波の位相を当初設定したようにして変化させることができなくなってしまう場合がある。このため、これら光波が合成された際ににおける光波の消光が不十分となり、この結果、外部信号のオン/オフを十分に行うことができなくなる場合があった。

**【0005】**かかる問題に対処すべく、従来においては、光変調器に直流電圧のバイアスを印加し、光変調器の動作点を制御することによって、前記2本の分岐光導波路中を導波する光波の位相変化を最適な状態にし、十分な消光を得ることによって外部信号のオン/オフを行っていた。

**【0006】**さらに、特開平4-337707号公報には、上記のような2本の分岐光導波路の少なくとも一方の光導波路上に、Ti-Au蒸着膜、あるいはAuメッキ膜などを形成し、これをトリミングすることによって導波路に歪みを与えることによる実効実効屈折率変化を利用して動作点を制御する方法、及び変調用電極に外部変調用電圧と異なる独立した直流電圧を流して光導波路に温度変化を与えることによる実効屈折率変化を利用して動作点を制御する方法が開示されている。

**【0007】**また、特開平4-258918号公報には、マッハツエンダー型光導波路を構成する2本の分岐光導波路の少なくとも一方の近傍に、位相調整領域を設けることが記載されている。上記公報によれば、この位相調整領域は、例えば、光変調器を構成する基板の、前記分岐光導波路が形成された部分に開口部を有するSiO<sub>2</sub>膜を形成した後、この開口部内にフォトレジストなどを塗布することによって形成している。さらに、特開

平7-28006号公報には、分岐光導波路の少なくとも一方の上にS.iO<sub>2</sub>膜などの光透過膜を部分的に設けて、前記分岐光導波路に歪みを与え、この歪みに起因する実効実効屈折率変化を利用して動作点を調整するという特開平4-337707号公報と同様の方法が開示されている。

【0008】また、上記公報には、分岐光導波路上又はその近傍におけるバッファ層の一部に開口部を設けること、さらには、この開口部の面積や形状、並びに位置を変化させることによる実効実効屈折率変化を利用して動作点を制御する方法が開示されている。さらに、上記公報には、前記開口部内にシアノアクリレート系高分子接着剤を塗布することによって上記分岐光導波路に伸縮歪みを生じさせ、この歪みによって生じた実効実効屈折率変化を利用して動作点を制御する、特開平4-258918号公報類似の方法が開示されている。これらのことによれば、光変調器における光導波路などの実効実効屈折率変動を動作点制御で補うことによって十分高い消光比を得、これによって外部信号のオン／オフを可能ならしめるものである。

#### 【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前述したような直流電圧をバイアスする方法では、いわゆるDCドリフトという現象が生じる。このため、このDCドリフトに起因した動作点シフトを別にモニターする制御回路が必要になり、システムの複雑化及びコスト高という問題を生じてしまう。

【0010】また、特開平4-337707号公報、特開平4-258918号公報及び特開平7-28006号公報などに記載された方法では、動作点制御がある一定の範囲内に限られてしまう。このため、上述したような経時的な実効実効屈折率変化が極めて大きいような場合においては、これら方法によって分岐光導波路中を導波する光波の位相変化を制御して、十分高い消光比を得ることは困難であった。このため、このような光変調器は実用に供することが不可能となるため、光変調器の製造歩留まりを劣化させる原因にもなっていた。

【0011】仮に、これらの方法において分岐光導波路中を導波する光波の位相変化の制御が可能であるとしても、例えば、特開平4-258918号公報に記載された方法などにおいては、前記光波と前記変調用電極との相互作用領域において、比較的大きな位相調整領域を設ける必要があった。このため、光導波路素子が全体として大型化してしまうという問題もあった。

【0012】本発明は、作製時に発生した欠陥や応力による基板や光導波路の実効実効屈折率変動を補償し、高い消光比によって外部信号のオン／オフ制御を可能とする、新規な光導波路型素子及び光導波路素子の位相制御方法を提供することを目的とする。

#### 【0013】

【課題を解決するための手段】本発明の光導波路型素子は、上記目的を達成すべく、電気光学効果を有する基板と、光波を導波させるためのマッハツエンダー型の光導波路と、この光導波路を導波する光波を制御するための変調用電極とを具える。そして、前記基板上の、前記マッハツエンダー型の光導波路を構成する第1及び第2の分岐光導波路が位置する部分の少なくとも一部において、前記光導波路よりも高実効屈折率の材料から構成される膜体を形成する。さらに、この膜体の厚さを前記光導波路を導波する前記光波の波長の1/4以下にしたことを特徴とする。

【0014】さらに、本発明の光導波路素子の位相制御方法は、電気光学効果を有する基板と、光波を導波させるためのマッハツエンダー型の光導波路と、この光導波路を導波する光波を制御するための変調用電極とを具えた光導波路素子において、前記基板上の、前記マッハツエンダー型の光導波路を構成する第1及び第2の分岐光導波路が位置する部分の少なくとも一部において、前記光導波路よりも高実効屈折率の材料から構成されるとともに、前記光導波路を導波する前記光波の波長の1/4以下の厚さの膜体を形成する。そして、前記光導波路からの光出力をモニターしながら前記膜体をトリミングすることにより、前記第1の分岐光導波路中を導波する第1の分岐導波光と前記第2の分岐光導波路中を導波する第2の分岐導波光との間の位相を調節するようにしたことを特徴とする。

【0015】本発明者らは、上述した目的を達成すべく鋭意検討を行った。その結果、光導波路素子に形成された光導波路よりも高い実効屈折率を有する材料からなる膜体を前記基板上に形成することにより、かかる部分の光導波路の実効屈折率を大きく変化させることができることを見出した。

【0016】しかしながら、その一方で、前記基板に光導波路を形成した後、前記膜体を前記基板上の、前記光導波路が形成された部分に形成すると、前記光導波路よりも前記膜体が高屈折率のため前記光導波路中を導波する光波が前記膜体へリークしてしまい、光導波路素子として実質的に使用することが不可能になるという問題があった。そこで、本発明者らは、前記リークを防止すべく、さらに膨大な研究を行った。その結果、前記高実効屈折率からなる膜体の厚さを前記光導波路を導波する光波の波長に対して、ある一定の範囲内に設定することにより、前記リークを防止できることを見出した。本発明は、本発明者らによる上記のような膨大な研究探索の結果なされたものである。

【0017】本発明によれば、上述した直流バイアスを印加する方法などのように、システムが複雑化したり、コストが高くなったりなどの問題がない。さらに、本発明の膜体は、高実効屈折率の材料から構成されているために、基板及び基板に形成された光導波路の実効屈折率

を大きく変化させることができる。したがって、作製した光導波路素子の実効屈折率変動が大きく、動作点が設定値より大きくずれてしまったような場合においても、かかる実効屈折率変動を補償して十分高い消光比を得ることができる。また、膜体の大きさを比較的小さくした場合においても、前述のような実効屈折率変動を補償して、高い消光比を得ることができる。

【0018】また、本発明における膜体や特開平4-258918号公報などに記載されている位相調整領域などは、一般的に光導波路中を導波する光波と変調用電極に印加される高周波外部電気信号とが相互作用する領域外に形成する。そして、上記のような膜体及び位相調整領域などを形成するに当たっては、前記相互作用する領域外において、これらを形成するためのスペースをある程度の大きさで積極的に形成することが必要となる。このため、光導波路素子は、このスペースを考慮して本来必要とされるよりも大きく形成することが必要となる。

【0019】本発明においては、膜体の大きさを比較的小さくした場合においても実効屈折率変動を十分補償することができるので、上述のようなスペースを比較的小さくすることができる。したがって、光導波路素子の大きさを本来のものに近づけることができ、上記のように位相調整領域などを形成する従来の方法と比較して、光導波路素子を小型化することができる。

#### 【0020】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図面と関連させながら、発明の実施の形態に即して詳細に説明する。図1は、本発明の光導波路素子の一例を示す平面図である。なお、図1においては、本発明の特徴を明確にすべく、その構成及び大きさなどについては実際のものと異なるようにして描いている。

【0021】図1に示す光導波路素子10は、電気光学効果を有する基板1と、基板1内に形成された光波を導波させるためのマッハツエンダー型の光導波路2と、光導波路2中を導波する光波を変調するための変調用電極である信号電極4及び接地電極5-1、5-2とを具えている。マッハツエンダー型の光導波路2は、第1の分岐光導波路3-1及び第2の分岐光導波路3-2を有している。

【0022】さらに、光導波路素子10は、基板1上の、第1の分岐光導波路3-1が位置する部分において、膜体6を有している。また、この膜体6は、長さLで示される光導波路2中を導波する光波と信号電極4及び接地電極5-1、5-2に印加される高周波外部電気信号とが相互作用する領域（以下、「相互作用領域L」と略す場合がある）の外に形成されている。なお、この相互作用領域の長さLは、一般に信号電極と接地電極とが略平行に存在する長さによって定義づけられる。

【0023】膜体6の実効屈折率は、光導波路2の実効屈折率よりも大きければ、その値については特に限定さ

れない。しかしながら、基板1は電気光学効果を有することが必要であり、一般にニオブ酸リチウム（LiNbO<sub>3</sub>）、タンタル酸リチウム（LiTaO<sub>3</sub>）、及びジルコン酸チタン酸鉛ランタン（PLZT）などから形成される。そして、これらの材料は2.0～2.3の実効屈折率を有する。したがって、膜体6は、実効屈折率が3以上の材料から構成されることが好ましい。このような材料としては、シリコン、ゲルマニウム、及びガリウムヒ素などを例示することができる。これらの中でも成膜制御性、トリミング制御性の観点からシリコンを好ましく用いることができる。

【0024】また、膜体6の厚さは、光道破路2中を導波する光波の波長の1/4以下であることが必要であり、さらには1/10以下、特には1/15以下であることが好ましい。これによって、光導波路2中を導波する光波の膜体6へのリークを効果的に防止することができる。

【0025】図1に示す光導波路素子10において、膜体6は基板1上の、第1の分岐光導波路3-1が位置する部分にのみ設けられている。しかしながら、膜体の形成は第1の分岐光導波路が位置する部分に限定されるものではなく、第2の分岐光導波路が位置する部分に設けることもできる。さらには、第1及び第2の分岐光導波路が位置する部分に、それぞれ膜体を形成することもできる。また、膜体の数については、図1に示すように1つである必要はなく、例えば、第1の分岐光導波路3-1が位置する部分において複数設けることもできる。

【0026】本発明においては、膜体を以下のようにして形成することにより、分岐光導波路中を導波する光波の位相を制御する。以下、図1にしたがって、膜体6の形成方法について説明する。最初に、ニオブ酸リチウムなどからなる基板1に、第1及び第2の分岐光導波路3-1及び3-2を有するマッハツエンダー型の光導波路2を、例えば、熱チタン拡散法やプロトン交換法などにより形成する。次いで、蒸着法とメッキ法などを併用することによって、分岐光導波路3-1及び3-2を挿むようにして信号電極4並びに接地電極5-1及び5-2を形成する。

【0027】次いで、シリコンなどの高実効屈折率材料からなる薄膜を、その厚さが光導波路2中を導波する光波の波長の1/4以下となるように、基板1上の分岐光導波路3-1が位置する部分において所定の大きさに形成する。ここで、前記薄膜は蒸着法やスパッタリング法などによって形成することができる。次いで、光導波路2の入射口2A及び出射口2Bに、それぞれ光ファイバを接続する。そして、光導波路2中に、実際の光導波路素子として完成した場合に使用するものと同じ光波を導波させる。この光波は、光ファイバを通じて入射口2Aから光導波路2中に導入する。そして、前記光波は、第1及び第2の分岐光導波路3-1及び3-2を通過した

後、出射口2Bから光ファイバを通って外部へ抜ける。  
【0028】このように光導波路2中に光波を導波させている際において、信号電極4と接地電極5-1及び5-2との間に、実際の変調に用いるのと同じ高周波外部電気信号を印加する。そして、この際における出射口2Bからの出力光の強度をフォトディテクタなどによってモニターする。次いで、この出力光強度をモニターしながら、前記薄膜をYAGレーザなどによってトリミングする。前記出力光強度がほぼ0になった時点において前記トリミングを中止し、膜体6を完成させる。出射口2Bにおける出力光強度が0になるということは、光導波路2などの実効屈折率変動が補償されて、第1の分岐光導波路3-1を導波する第1の分岐光波と第2の分岐光導波路3-2を導波する第2の分岐光波との間の位相が最適な状態（位相が約180度ずれた状態）に調節されたことを示している。

**【0029】**本発明によれば、光導波路素子の実効屈折率変動に対して高い補償効果を有する高実効屈折率材料から膜体を構成するとともに、かかる膜体の大きさをトリミングによって調節することができる。したがって、十分広い範囲の実効屈折率変動を極めて簡単にほぼ完全に補償することができ、光導波路素子の歩留まりを向上させることができる。

### 【0030】

**【実施例】**以下、本発明を実施例に基づいて具体的に説明する。

**(実施例)** 本実施例では、図1に示すような光導波路素子10を作製した。基板1としてニオブ酸リチウムのXカット板を用い、このXカット板上に、スピンドルコータを用いてフォトレジストを0.5μmの厚さに形成した後、露光及び現像処理を行って、現像幅7μmの光導波路パターンを形成した。次いで、この光導波路パターン上に、蒸着法によってチタンからなる層を厚さ800Åに形成し、電気炉中で1000°C、10時間の熱処理を行って前記チタンを基板1中に拡散させ、幅9μmの光導波路2（実効屈折率2.10）を形成した。なお、光導波路2を構成する第1の分岐光導波路3-1及び第2の分岐光導波路3-2についても、それらの幅が9μmになるように形成した。

**【0031】**次いで、基板1上の全体にチタン層を、蒸着法によって厚さ0.05μmに形成した後、スパッタリング法によって、前記チタン層上にAu層を厚さ0.2μmに形成した。次いで、前記Au層上にクロムマスクを設置した後、スピンドルコータでフォトレジストを厚さ25μmに形成した。その後、露光及び現像処理をして電極パターンを形成し、この電極パターンをマスクとして電界メッキを行うことにより、厚さ15μm、幅5μmの信号電極4並びに接地電極5-1及び5-2を形成した。

**【0032】**この時点において、光導波路2中に波長

1.55μmの光波を導入し、膜体6を形成する以前の光導波路素子の変調曲線を求めたところ、図2(a)に示すような曲線が得られた。

**【0033】**次いで、シリコン（実効屈折率3.5）からなる薄膜を蒸着によって、相互作用領域L外において、厚さ0.05μm、幅10μm、長さ150μmに形成した。そして、光導波路2中に上記光波を導入し、信号電極4に周波数10kHzの高周波外部電気信号を印加した状態において、前記光波の出力光強度をモニターながら前記薄膜をトリミングして、膜体6を形成した。その結果、膜体6を長さ120μmに形成したところで、出力光強度がほぼ0になった。このときの変調曲線を求めたところ図2(b)に示すような曲線が得られた。図2(a)及び(b)から明らかなように、本実施例の光導波路素子及びその位相制御方法において、変調曲線は約4/5波長分シフトしていることが分かる。

**【0034】**（比較例）シリコンに代えてフォトレジスト（実効屈折率1.7）からなる薄膜を厚さ0.5μm、幅10μm、長さ18mmに形成した以外は、実施例と同様にして光導波路素子を作製した。このときの、変調曲線を実施例同様に測定したところ、図2(c)に示すような曲線が得られた。その後、前記薄膜を実施例と同様にしてトリミングし、実施例における膜体6と同じ大きさの膜体を形成した。このときの変調曲線を同様にして測定したところ、図2(d)に示すような曲線が得られた。

**【0035】**図2(a)、(c)、及び(d)から明らかなように、図2(c)に示すフォトレジストからなる薄膜を形成した時点における変調曲線は、図2(a)に示す薄膜を形成していない状態の変調曲線から約3/5波長分シフトしていることが分かる。そして、薄膜をトリミングすることにより変調曲線は左ヘシフトし、フォトレジストからなる薄膜を膜体6と同じ大きさに形成した場合においては、図2(d)に示すような変調曲線が得られることが分かった。図2(d)は図2(a)から約4×10<sup>-3</sup>波長分しかシフトしておらず、これらはほぼ重なった状態を呈することが分かる。

**【0036】**すなわち、上記実施例によれば、本発明の光導波路素子及び光導波路素子の位相制御方法により、トリミングによって約4/5波長分の位相シフトを簡易かつ正確に行えることが分かる。これに対し、光導波路よりも実効屈折率の低いフォトレジストを用いた比較例においては、膜体6よりも大きな薄膜を形成した時点においても、その位相シフトは膜体6を形成した場合よりも小さいことが分かる。そして、膜体6と同じ大きさの膜体をトリミングによって形成した場合においては、上記実施例の約1/200の大きさの位相シフトしか得られないことが分かる。

**【0037】**以上、具体例を挙げながら発明の実施の形態に基づいて本発明を詳細に説明したが、本発明は上記

内容に限定されるものではなく、本発明の範疇逸脱しない限りにおいて、あらゆる変形や変更が可能である。

### 【0038】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の光導波路素子及び光導波路素子の位相制御方法によれば、光導波路よりも実効屈折率の高い材料からなる膜体を、前記基板上の、光導波路を構成する2本の分岐光導波路の少なくとも一部にトリミングによって形成する。このため、光導波路素子の実効屈折率変動を広い範囲内で補償することができる。したがって、光導波路素子の歩留まりを向上させることができるとなる。さらには、膜体の大きさを十分に小さくした場合においても、比較的大きな実効屈折率変動を補償することができるため、素子全体に占める膜体の割合を減少させて、素子自体を小型化することもできる。

### 【図面の簡単な説明】

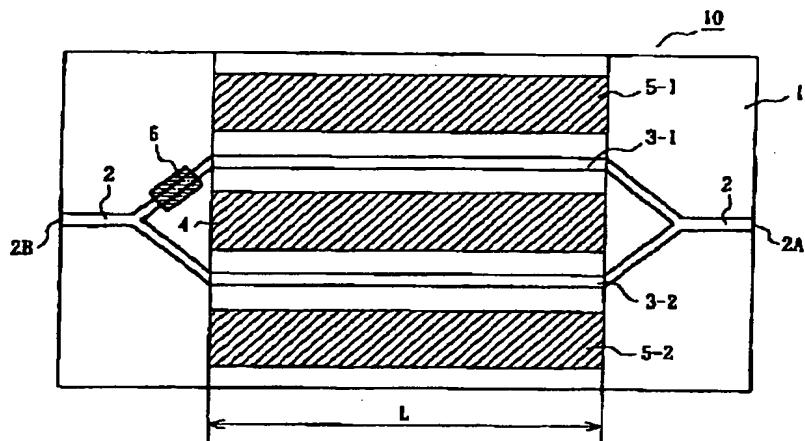
【図1】 本発明の光導波路素子の一例を示す平面図である。

【図2】 実施例及び比較例における光導波路素子の変調曲線である。

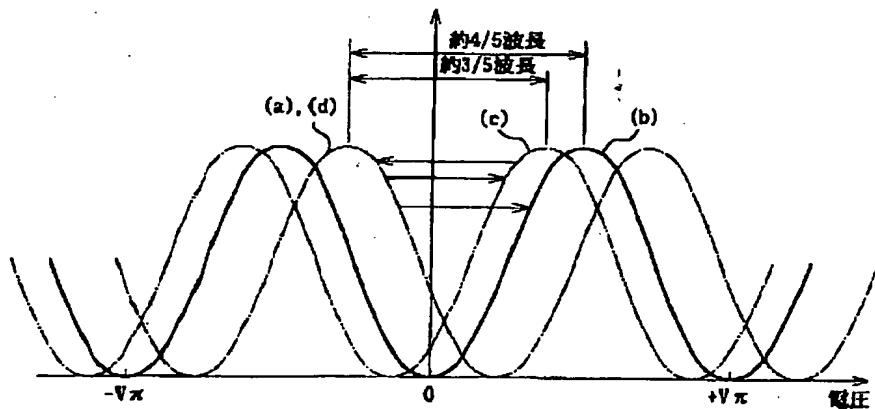
### 【符号の説明】

- 1 基板
- 2 光導波路
- 3-1 第1の分岐光導波路
- 3-2 第2の分岐光導波路
- 4 信号電極
- 5-1、5-2 接地電極
- 6 膜体
- 10 光導波路素子

【図1】



【図2】



## フロントページの続き

(72)発明者 永田 裕俊

千葉県船橋市豊富町585番地 住友大阪セ  
メント株式会社新規技術研究所内

(72)発明者 久保寺 憲一

千葉県船橋市豊富町585番地 住友大阪セ  
メント株式会社新規技術研究所内

Fターム(参考) 2H047 KA12 LA12 NA02 PA12 QA03

RA08 TA42

2H079 AA02 AA12 CA04 DA03 EA05

HA11 JA05

*This page blank (USPTO)*

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**